

3

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3045840 A1**

⑤ Int. Cl. 3:  
**B 60 K 20/00**

⑳ Aktenzeichen:  
㉑ Anmeldetag:  
㉒ Offenlegungstag:

P 30 45 840.3  
5. 12. 80  
8. 7. 82

DE 3045840 A1

㉓ Anmelder:  
Volkswagenwerk AG, 3180 Wolfsburg, DE

㉔ Erfinder:  
Schulze, Bernd-Guido, Dipl.-Ing., 3180 Wolfsburg, DE

㉕ Einrichtung zum kupplungs- und synchronisiergliedfreien Schalten eines Stufenwechselgetriebes von Fahrzeugantrieben

DE 3045840 A1



3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Soll-Ist-Wert-Vergleichsglied (16) als Istwert ein aus der Motordrehzahl und dem gemessenen Antriebsmoment des Motors addierter Wert zuführbar ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Soll-Ist-Wert-Vergleichsglied (16) Umschalter (15, 19) vorgeschaltet sind, die bei Berührung des Schalthebels in eine Getriebeschaltstellung (15a, 19a) verstellbar sind, in der die Istwerte der Motordrehzahl und des Motormomentes und der Sollwert der Motordrehzahl zuführbar sind.



3045840

VOLKSWAGEN WERK

AKTIENGESELLSCHAFT

3180 Wolfsburg

- 3 -

Unsere Zeichen: K 3005

1702pt-we-jä

Einrichtung zum kupplungs- und synchronisier-  
gliederfreien Schalten eines Stufenwechselge-  
triebes von Fahrzeugantrieben

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum kupplungs- und synchronisiergliederfreien Schalten eines Stufenwechselgetriebes von Fahrzeugantrieben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE-OS 27 42 033 ist eine Vorrichtung zur Herstellung des Synchronlaufes von Stufenwechselgetrieben bekannt, bei der beim Umschalten des Wechselgetriebes von einem in einen anderen Gang eine als "Regler" bezeichnete Steuereinheit die Motordrehzahl von der dem einen Gang entsprechenden Drehzahl mit einem vorgegebenen Drehzahlgradienten bis zu der dem anderen Gang entsprechenden Drehzahl verändert. Bei Erreichen der dem neuen Getriebegang zugeordneten Synchrondrehzahl des Motors soll, gegebenenfalls unter Einhaltung eines Vorhaltes, der eigentliche Schaltvorgang des Getriebes durchgeführt werden. Die Veränderung der Motordrehzahl nach Maßgabe des vorgegebenen, fest eingestellten Drehzahlgradienten bedeutet jedoch, daß keine echte Regelung der Motordrehzahl auf die dem neuen Gang entsprechende Synchrondrehzahl vorliegt. Folglich ergibt sich, falls nicht genau im Zeitpunkt des Erreichens der Synchrondrehzahl der Schaltvorgang durchgeführt wird, ein Überschwingen der Motordrehzahl, so daß sich ein

erneuter Steuervorgang anschließen muß. Bestenfalls für eine Einrichtung, bei der auch der Schaltvorgang selbst automatisch durchgeführt wird, bei der also das Erreichen der Synchrondrehzahl als Signal für die Auslösung des Schaltvorganges verwendet werden kann, kann diese Einrichtung herangezogen werden. Bei einer Betätigung der Gangschaltung von Hand durch den Fahrzeugführer ergeben sich dagegen erhebliche Schwierigkeiten in sofern, als der Fahrzeugführer bei Erscheinen eines den Synchronzustand anzeigenden Signals sofort schalten müßte, was insbesondere bei hakligen oder schwergängigen Schaltungen nicht ohne weiteres möglich ist. Diese bekannte Vorrichtung beschäftigt sich im übrigen nur mit der Einstellung der Synchrondrehzahl, setzt also einen Zustand voraus, bei dem der alte Getriebegang bereits herausgeschaltet worden ist. Wie dies jedoch ohne Betätigung einer Kupplung möglich und erreichbar sein soll, ist dort nicht weiter ausgeführt.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht daher darin, eine Einrichtung zum kupplungs- und synchronisiergliederfreien Schalten eines Stufenwechselgetriebes von Fahrzeugantrieben gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs zu schaffen, bei der die zuvor genannten Schwierigkeiten umgangen und ein weiches und komfortvolles Schalten ermöglicht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß dem Kennzeichen des Anspruchs 1. Dadurch, daß gemäß der Erfindung bei Beginn des Schaltvorganges, also in dem Moment, wenn der Fahrzeugführer den Schalthebel berührt, der Motor über eine entsprechende Betätigung des Leistungsstellgliedes momentenfrei gemacht wird, wird zunächst eine geräuschlose Herausschaltung des alten Getriebeganges ermöglicht. Anschließend erfolgt eine Regelung der Motordrehzahl auf die dem neuen Getriebegang zugeordnete Synchrondrehzahl, wobei zweckmäßigerweise ein Soll-Ist-Vergleich zwischen der tatsächlich gemessenen Motordrehzahl und der aus der Fahrgeschwindigkeit und der dem angewählten, aber noch nicht eingeschalteten neuen Getriebegang zugeordneten Übersetzung ermittelten SOLL-drehzahl durchgeführt wird. Dies bedeutet, daß ein Überspringen der Motordrehzahl über die Synchrondrehzahl hinaus nicht möglich ist, so daß eine derartige Einrichtung auch für Schaltgetriebe geeignet ist,

die nicht automatisch, sondern von Hand betätigt werden.

Zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich gemäß den Unteransprüchen.

In der Zeichnung ist in der Figur 1 ein schematisches Schaltprinzip der erfindungsgemäßen Einrichtung und in der Figur 2 in ebenfalls teilweise schematischer Darstellung ein ausgeführtes Schaltungsbeispiel unter Verwendung der Erfindung gezeigt.

In dem in der Figur 1 gezeigten Prinzipschaltbild ist mit 1 eine einen Stellmotor 2 für die Verstellung eines Leistungsstellgliedes eines Fahrzeugantriebsmotors, beispielsweise der Drosselklappe einer Otto-Brennkraftmaschine, ansteuernde Regeleinrichtung bezeichnet, der über die Signalleitungen 3 - 5 die zur Regelung notwendigen Soll- und Istwerte zuführbar sind. So wird über die Signalleitung 3 die Solldrehzahl des Motors  $n_{\text{mot soll}}$  zugeführt, die in einem Sollwertgeber 6 aus dem über die Signalleitung 7 zugeführten Istwert der Fahrgeschwindigkeit  $v_{\text{ist}}$  und dem über die Signalleitung 8 zugeführten Wert der Übersetzung  $i$  des eingelegten oder angewählten Getriebeganges gebildet ist. Über die Signalleitungen 4 und 5 werden demgegenüber die über hier nicht gezeigte Meßglieder gewonnenen Istwerte der Motordrehzahl  $n_{\text{mot ist}}$  sowie des Motordrehmomentes  $M_{\text{d mot ist}}$  zugeführt.

Die Regelvorrichtung 1 ist nun so ausgebildet, daß bei Beginn des Schaltvorganges, nämlich dann, wenn der Fahrzeugführer den Schalthebel des Stufenwechselgetriebes berührt, das Leistungsstellglied über den Stellmotor 2 zunächst so verstellt wird, daß das Antriebsmoment des Motors  $M_{\text{d mot ist}}$  zu Null wird, also weder ein positives (Zug-) noch ein negatives (Schub-) Moment des Motors vorhanden ist. Unter dieser Bedingung kann, da die Solldrehzahl ohnehin noch mit der Ist-drehzahl des Motors übereinstimmt, der eingeschaltete Gang des Stufenwechselgetriebes weich und geräuschlos herausgenommen werden.

Anschließend, also nachdem der alte Gang herausgenommen und der neue Gang durch entsprechende Betätigung des Schalthebels vorgewählt wurde, regelt die Regelvorrichtung 1 durch entsprechende Betätigung des

Leistungsstellglied des Motors über den Stellmotor 2 die Motordrehzahl auf die dem neuen angewählten Getriebegang zugeordnete Soll-drehzahl (= Synchron-drehzahl) ein, nach deren Erreichen der Schaltvorgang durch Einschalten des neuen Ganges beendet werden kann. Die Regeleinrichtung 1 kann dabei so ausgebildet werden, daß in Abhängigkeit von den Ergebnissen des durchgeführten Soll-Ist-Vergleichs eine solche Ansteuerung des Stellmotors 2 erfolgt, daß die Momentenfreiheit des Motors bzw. die Synchron-drehzahl des Motors sehr schnell erreicht wird.

In der Figur 2 ist ein Schaltbeispiel für eine Einrichtung zur selbsttätigen Regelung der Fahrgeschwindigkeit eines Fahrzeugs dargestellt, bei der die erfindungsgemäße Einrichtung integriert ist. Dabei ist mit 1' die Regeleinrichtung insgesamt und mit 2 der von dieser beaufschlagte Stellmotor zur Verstellung der Motordrosselklappe eines mit 10 bezeichneten Fahrzeugs angegeben. Mit 4 und 5 sind Signalleitungen bezeichnet, die die Istwerte der Motordrehzahl und des Motordrehmomentes führen und die von hier nicht weiter gezeigten Meßgeräten kommen. 7 stellt eine den Istwert der Fahrgeschwindigkeit  $V_{ist}$  und 11 eine den Istwert der Drosselklappenstellung  $\alpha_{DK}$  ist führende Signalleitung dar, die jeweils von entsprechenden Istwerte messenden Meßgeräten kommen. Mit 12 und 13 sind an dem Gas- bzw. Bremspedal des Fahrzeugs 10 angeordnete Potentiometer angegeben, die während des Fahrbetriebs des Fahrzeugs von dem Fahrzeugführer durch Betätigung der Pedale vorgegebene Fahrwünsche anzeigen, die je nach Betriebsart als Drosselklappen- oder Beschleunigungssollwerte angesehen werden können. Diese Sollwerte werden an die beiden Eingänge eines Rechenverstärkers 14 geleitet, wobei der Sollwert des gaspedalstellungsabhängigen Potentiometers 12 an den positiven und der Sollwert des bremspedalstellungsabhängigen Potentiometers 13 an den negativen Eingang des Verstärkers 14 geführt sind. Der Ausgang des Rechenverstärkers 14 gelangt über einen Umschalter 15 an den positiven Eingang eines Soll-Ist-Vergleich durchführenden Rechenverstärkers 16, an dessen negativem Eingang der Istwert der Drosselklappenstellung oder der Istwert der Fahrzeugbeschleunigung ansteht. Die in dem Rechenverstärker 16 durch Soll-Ist-Vergleich ermittelte Regelabweichung wird über einen weiteren Rechenverstärker 17, dessen Funktion

05 10 87

3045840

- 7 -

später erläutert wird, einem Leistungsverstärker 18 zugeführt, der den Stellmotor 2 zur Verstellung der Drosselklappe direkt beaufschlagt.

Wie oben bereits angedeutet wurde, kann das Fahrzeug 10 im Fahrbetrieb nach zwei unterschiedlichen Betriebsarten betrieben werden. Je nach Stellung des Umschalters 20 wird dabei dem Soll-Ist-Vergleich durchführenden Rechenverstärker 16 entweder der Istwert der Drosselklappenstellung  $a_{DK \text{ ist}}$  oder ein aus dem Istwert der Fahrgeschwindigkeit  $V_{\text{ist}}$  durch ein Differenzierglied 27 gebildeter Istwert der Fahrzeugbeschleunigung  $b_{\text{ist}}$  zugeführt (Stellung 20a des Umschalters 20). Der Schalter 20 ist dabei von Hand betätigbar und bestimmt also durch seine Stellung, ob der durch Betätigung des Gaspedals oder des Bremspedals ausgedrückte Fahrwunsch des Fahrzeugführers als Sollwert der Drosselklappenstellung oder der Fahrzeugbeschleunigung (bzw. -verzögerung) angesehen werden soll. Um bei der Betriebsart mit Regeln der Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs auch einen Betriebszustand mit konstanter Geschwindigkeit sicher einstellen zu können, wird bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Istwert der Fahrgeschwindigkeit  $V_{\text{ist}}$  zusätzlich über einen automatischen Speicher 23 ("sammel and hold"-Verstärker) gegeben, der bei nichtbetätigtem Gas- und ebenfalls nichtbetätigtem Bremspedal, wenn also weder beschleunigt noch verzögert werden soll, den letzten Istwert der Fahrgeschwindigkeit speichert und auf den negativen Eingang eines Rechenverstärkers 24 leitet, an dessen positivem Eingang der Istwert der Fahrgeschwindigkeit  $V_{\text{ist}}$  ansteht. Der Ausgang dieses Rechenverstärkers wird an den negativen Eingang des dem Rechenverstärker 16 nachgeschalteten Rechenverstärkers 17 gegeben. Auf diese Weise wird bei nichtbetätigtem Gas- und Bremspedal der als letztes gespeicherte Istwert der Fahrgeschwindigkeit als Sollwert verwendet und in Abhängigkeit von den von diesem Sollwert sich ergebenden Abweichungen der Fahrgeschwindigkeit die Drosselklappe betätigt. Der in dem automatischen Speicher 23 vorgesehene Schalter 23a ist dabei geöffnet, so lange das Gas- und das Bremspedal nicht betätigt sind, wodurch in dem Speicher 23 der letzte Wert der Fahrgeschwindigkeit gespeichert wird. Bei geschlossenem Schalter 23a folgt dagegen der Verstärker den beispielsweise von einem Tachogenerator gelieferten Wert der Fahrgeschwindigkeit  $V_{\text{ist}}$ . In dem Rechenverstärker 24 wird daher ein

BAD ORIGINAL



Soll-Ist-Vergleich durchgeführt, der nur dann eine Regelabweichung zeigt, wenn trotz freigegebenem Gas- und Bremspedal eine Tendenz zur Veränderung der eingespeicherten Fahrgeschwindigkeit besteht. Erst eine solche Änderung würde dann auch über den Rechenverstärker 17.. und den Leistungsverstärker 18 zu einer Verstellung des Stellmotors 2 für die Drosselklappe des Fahrzeugs 10 führen.

Bisher beschrieben wurde nur der normale Fahrbetrieb des Fahrzeugs, bei dem keine Schaltung des Stufenwechselgetriebes vorgenommen wurde. Während eines Gangwechsels werden nun, ausgelöst durch die Berührung des Schalthebels, die beiden Schalter 15 und 19 in die mit 15a und 19a bezeichneten, mit unterbrochenen Linien angedeuteten Stellungen umgeschaltet. Die Umschaltung soll dabei durch die von einem beispielsweise an dem Handschalthebel angebrachten Berührungsschalter ausgehende Signalleitung 26 ausgelöst werden. In dieser Stellung der beiden Schalter 15 und 19 erhält der den Soll-Ist-Vergleich durchführenden Rechenverstärker 16 an seinem positiven Eingang die Soll-Drehzahl des Motors  $n_{\text{mot soll}}$ . Der Sollwertgeber 6, liefert aus der über eine Zweigleitung 7a der Signalleitung 7 zugeführten Fahrgeschwindigkeit  $v_{\text{ist}}$  und der über die Signalleitung 8 zugeführten Information über die eingeschaltete oder angewählte Gangübersetzung  $i$  die dem jeweiligen Getriebegang zugeordnete Synchrongdrehzahl  $n_{\text{mp soll}}$ . Am negativen Eingang des Rechenverstärkers 16 steht dagegen das von einem Rechenverstärker 22 gelieferte Signal an, das sich aus dem Istwert des Motordrehmoments  $M_{d_{\text{ist}}}$  und der Motordrehzahl  $n_{\text{mot ist}}$  durch Addition zusammensetzt.

Da im ersten Moment des Schaltvorganges, wenn der Gangschalthebel noch nicht aus der dem alten Gang entsprechenden Stellung herausbewegt ist, wegen des Eingriffs der Gangzahnräder die Solldrehzahl des Motors  $n_{\text{mot soll}}$  noch gleich ist mit der Istzahl des Motors  $n_{\text{mot ist}}$  ergibt sich am Ausgang des Verstärkers 16 nur dann eine Regelabweichung, wenn das Antriebsmoment des Motors  $M_{d_{\text{ist}}}$  nicht Null ist. Der Regler 1' regelt damit bei Beginn des Schaltvorganges zunächst auf Momentfreiheit des Motors, bei deren Erreichen der alte Gang geräuschlos und komfortvoll herausgenommen werden kann.

Da nach dem Herausschalten des alten Getriebeganges, wenn also die Triebverbindung zwischen dem Antriebsmotor und den Rädern des Fahrzeugs unterbrochen ist, kein Moment von dem Motor mehr übertragen werden kann, ist in der Folgezeit des Schaltvorganges das Motormoment  $M_{d_{ist}}$  immer Null, so daß fortan der Regler nur noch einen Vergleich der Soll- und Istwerte der Motordrehzahlen vornimmt. Dabei wird als Sollwert der Motordrehzahl von dem Sollwertgeber 6 die dem angewählten, aber noch nicht einschaltbaren Getriebegang zugeordnete Synchrondrehzahl, die sich aus der Fahrgeschwindigkeit  $v_{ist}$ , dem angewählten Getriebegang  $i$  und einem konstanten Faktor  $k$  zusammensetzt, geliefert. Bei Erreichen der Solldrehzahl des Motors kann der gewählte Gang ebenfalls geräuschlos und komfortvoll, nämlich sehr weich eingelegt werden, ohne daß dazu eine bei herkömmlichen Fahrzeugen sonst erforderliche Trennkupplung zwischen dem Motor und dem Getriebe betätigt werden muß. Da eine solche Kupplung somit für das Schalten der Getriebegänge nicht mehr erforderlich ist, könnte für ein mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung ausgerüstetes Fahrzeug auf eine solche Kupplung verzichtet werden, sofern für den Anfahrvorgang eine spezielle, beispielsweise durch eine Fliehkraftkupplung gebildete, nicht mehr vom Fahrzeugführer direkt betätigbare Kupplung vorgesehen ist. Weiterhin könnte auch vorgesehen sein, den Gangwechsel nicht mehr von Hand, sondern beispielsweise programmgesteuert durch Stellmotoren ausführen zu lassen, wobei die Stellmotoren sowohl elektromagnetisch, als auch hydraulisch oder pneumatisch betätigbar sein könnten.

Falls jedoch bei einem mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung ausgerüsteten Fahrzeug, obwohl dies für den Schaltvorgang nicht erforderlich wäre, dennoch eine durch ein Fußpedal betätigbare Kupplung vorhanden wäre, müßte, da während des Schaltens die Kupplung jetzt eingerückt bleiben soll, als Bedingung für eine Verstellung der Schalter 15 und 19 in die mit unterbrochenen Linien angedeutete Schaltstellung 15a bzw. 19a gelten, daß die Kupplung nicht betätigt ist und der Schalthebel berührt ist.

Die in der Zeichnung mit 1 bzw. 1' bezeichnete Regelvorrichtung arbeitet als Regler für die Führungsgröße der Motordrehzahl  $n_{mot}$  so lange, bis der neue Getriebegang eingelegt ist und der Schalthebel wieder losge-

15.10.00

3045840

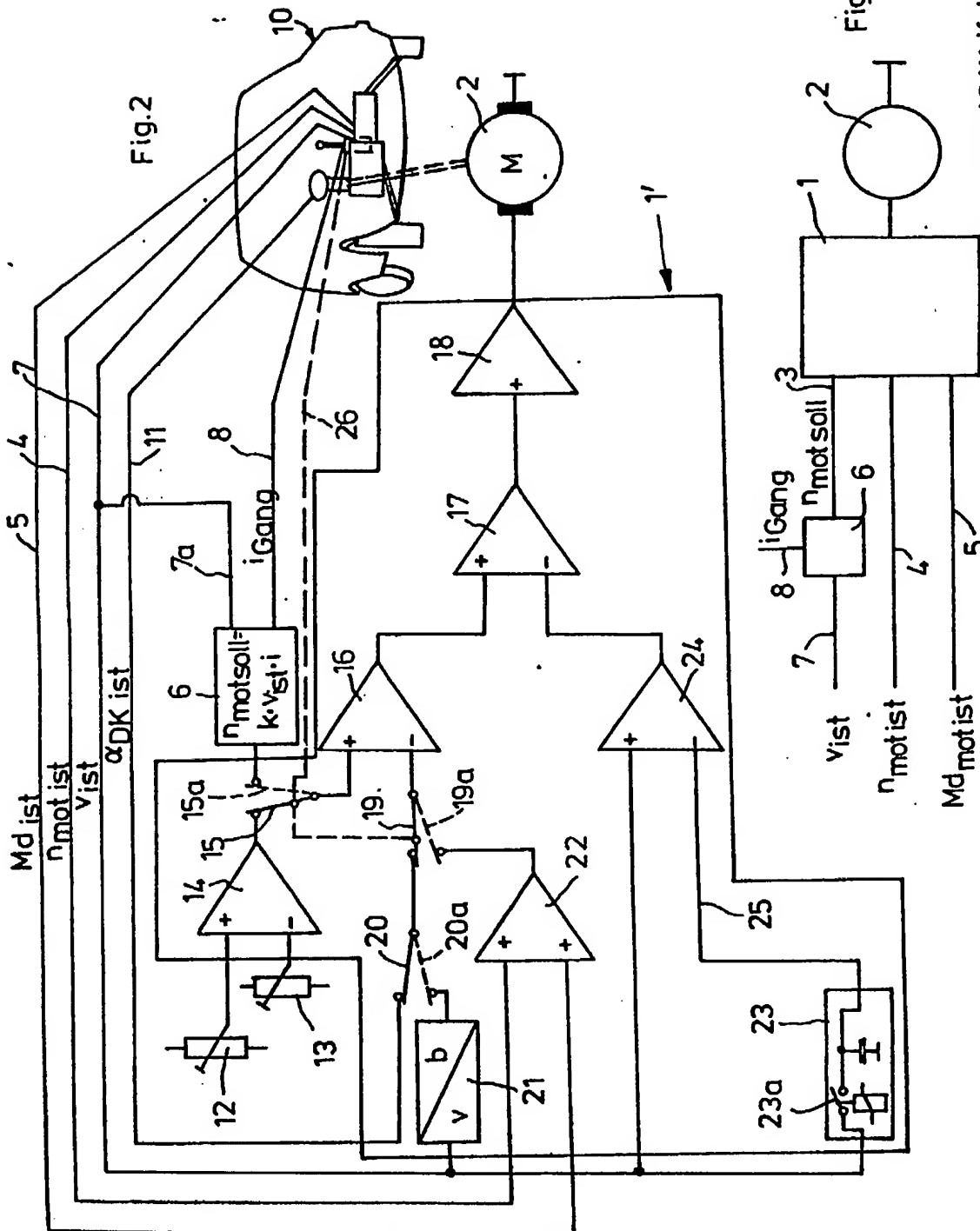
- 10 -

lassen wurde, worauf die Schalter 15 und 19 in die mit ausgezogenen Linien angedeutete Fahrbetriebsstellung umschalten.

ORIGINAL INSPECTED

-11-

Nummer: 3045840  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: B60K 20/00  
 Anmeldetag: 5. Dezember 1980  
 Offenlegungstag: 8. Juli 1982



Volkswagenwerk AG Wolfsburg

K 3005

4.12.80

ORIGINAL INSPECTED